

015262157 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2003-323086/ 200331

Photonic crystal manufacturing method involves dividing laser beam emitted from source and divided beams received collectively by lens are incident on photoresist material

Patent Assignee: TECHNO NETWORK SHIKOKU KK (TECH-N)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No Kind Date Applicat No Kind Date Week

JP 2003084158 A 20030319 JP 2001274237 A 20010910 200331 B

Priority Applications (No Type Date): JP 2001274237 A 20010910

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

JP 2003084158 A 5 G02B-006/13

Abstract (Basic): JP 2003084158 A

NOVELTY - A laser beam emitted from a source, is divided into five different beams which are received collectively by a lens at a prescribed point. The beams received by the lens, are incident on a photoresist material (3), so as to produce photonic crystal by interference of laser beams.

USE - For manufacturing photonic crystal with diamond structure.

ADVANTAGE - The photonic crystal is manufactured reliably and easily.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows an outline side view explaining the photonic crystal manufacturing process.

photoresist material (3)

pp; 5 DwgNo 1/5

JP2003084158A

2003-3-19

**Bibliographic Fields**

**Document Identity**

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】

公開特許公報(A)

(11)【公開番号】

特開2003-84158(P2003-84158A)

(43)【公開日】

平成15年3月19日(2003. 3. 19)

**Public Availability**

(43)【公開日】

平成15年3月19日(2003. 3. 19)

**Technical**

(54)【発明の名称】

レーザービームの干渉によるダイヤモンド構造  
のフォトニック結晶の製造方法

(51)【国際特許分類第7版】

G02B 6/13

1/02

5/18

6/12

H01S 3/00

【FI】

G02B 1/02

5/18

H01S 3/00 A

G02B 6/12 M

N

Z

【請求項の数】

6

【出願形態】

OL

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document]

Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application]

Japan Unexamined Patent Publication 2003 - 84158 (P2003 - 84158A )

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 15 year March 19 day (2003.3 . 19)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 15 year March 19 day (2003.3 . 19)

(54) [Title of Invention]

**BY INTERFERENCE OF LASER BEAM  
MANUFACTURING METHOD OF PHOTO NICK  
CRYSTAL OF DIAMOND STRUCTURE**

(51) [International Patent Classification, 7th Edition]

G02B 6/13

1/02

5/18

6/12

H01S 3/00

[FI]

G02B 1/02

5/18

H01S 3/00 A

G02B 6/12 M

N

Z

[Number of Claims]

6

[Form of Application]

OL

JP2003084158A

2003-3-19

【全頁数】

5

【テーマコード(参考)】

2H0472H0495F072

【Fターム(参考)】

2H047 KA03 LA18 PA22 PA28 QA05 RA08  
TA05 TA41 2H049 AA02 AA25 AA34 AA43  
AA65 5F072 KK07 KK09 YY20

**Filing**

【審査請求】

未請求

(21)【出願番号】

特願2001-274237(P2001-274237)

(22)【出願日】

平成13年9月10日(2001. 9. 10)

**Parties**

**Applicants**

(71)【出願人】

【識別番号】

501103000

【氏名又は名称】

株式会社テクノネットワーク四国

【住所又は居所】

香川県高松市丸の内2番5号

**Inventors**

(72)【発明者】

【氏名】

三澤 弘明

【住所又は居所】

徳島県徳島市大谷町大開40-39

(72)【発明者】

【氏名】

松尾 繁樹

【住所又は居所】

[Number of Pages in Document]

5

[Theme Code (For Reference)]

2 H0472H0495F072

[F Term (For Reference)]

2 H047 kA 03 LA18 PA22 PA28 QA05 RA08 TA05 TA41  
2H049 AA02 AA25 AA34 AA43 AA65 5F072 KK07 KK09  
YY20

[Request for Examination]

Unrequested

(21) [Application Number]

Japan Patent Application 2001 - 274237 (P2001 - 274237)

(22) [Application Date]

Heisei 13 year September 10 day (2001.9 . 10)

(71) [Applicant]

[Identification Number]

501,103,000

[Name]

**SHIKOKU TECHNOLOGY LICENSING  
ORGANIZATION**

[Address]

Kagawa prefecture Takamatsu City Marunouchi 2-5

(72) [Inventor]

[Name]

Misawa Hiroaki

[Address]

Tokushima Prefecture Tokushima City Oya-machi large  
opening 40 - 39

(72) [Inventor]

[Name]

Matsuo Shigeki

[Address]

JP2003084158A

2003-3-19

徳島県徳島市北常三島町2丁目52-3 中村  
マンション

Tokushima Prefecture Tokushima City north normal  
Mishima-cho 2-Chome 52 - 3 Nakamura apartment

**Agents**

(74)【代理人】

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

【識別番号】

[Identification Number]

100074354

100074354

【弁理士】

[Patent Attorney]

【氏名又は名称】

[Name]

豊栖 康弘 (外1名)

Toyosu Yasuhiro (1 other)

**Abstract**

(57)【要約】

(57) [Abstract]

【課題】

[Problems to be Solved by the Invention]

簡単にダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製  
作する。

photo nick crystal of diamond structure is produced simply.

【解決手段】

[Means to Solve the Problems]

ひとつのレーザービームを、中心光束と、この中  
心光束と平行であって、中心光束から等しい間  
隔離れ、かつ隣接する各々のビーム間隔も等し  
い4光束の平行ビームからなる5光束に分割す  
る。

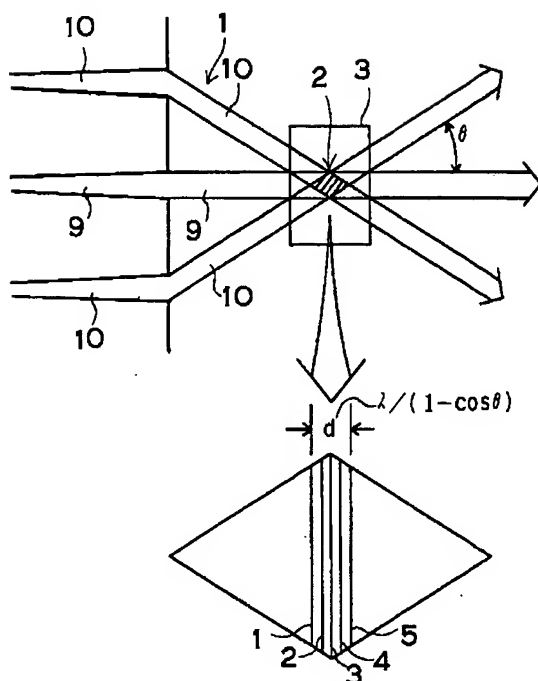
One laser beam, being parallel with center light flux and this  
center light flux, spacing leaving which is equal from center  
light flux, it divides into 5 light flux which also each beam  
spacing which at same time is adjacent consist of the parallel  
beam of equal 4 light flux.

この5光束をレンズ7で集束領域2に集束する。

These 5 light flux with lens 7 focusing are done in focusing  
domain 2.

集束領域2に光に反応する光レジスト材料3を  
配設して、光レジスト材料3でダイヤモンド構造  
のフォトニック結晶を製作する。

Arranging photoresist material 3 which reacts to light in  
focusing domain 2, it produces photo nick crystal of diamond  
structure with photoresist material 3.



# Claims

## 【特許請求の範囲】

### 【請求項 1】

所定の太さに集束されたレーザービームを、中心光束と、この中心光束と平行であって、中心光束から等しい間隔離れ、かつ隣接する各々の光束間隔も等しい 4 光束の平行ビームからなる 5 光束に分割し、分割された 5 光束をレンズで集束し、5 光束を集束してなる集束領域に光に反応する光レジスト材料を配設して、この光レジスト材料でもってダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作することを特徴とするレーザービームの干渉によるダイヤモンド構造のフォトニック結晶の製造方法。

### 【請求項 2】

中心光束と 4 光束の交差角を 20~80 度とする請求項 1 に記載するレーザービームの干渉によるダイヤモンド構造のフォトニック結晶の製造方法。

### 【請求項 3】

5 光束のレーザービームを 0.1~1mmφ の太さとして集束領域に集束する請求項 1 に記載するレ

## [Claim(s)]

### [Claim 1]

In predetermined thickness laser beam which focusing is done, being parallel with center light flux and this center light flux, spacing leaving which is equal from the center light flux, it divides into 5 light flux which also each beam spacing which at sametime is adjacent consist of parallel beam of equal 4 light flux, focusing it does 5 light flux which are divided with lens, focusing doing 5 light flux, arranging photoresist material which reacts to light in focusing domain which becomes, having with this photoresist material, it produces photo nick crystal of diamond structure by interference of the laser beam which is made feature manufacturing method. of photo nick crystal of diamond structure

### [Claim 2]

By interference of laser beam which is stated in Claim 1 which designates cross angle of center light flux and 4 light flux as 20 - 80 degrees the manufacturing method. of photo nick crystal of diamond structure

### [Claim 3]

With laser beam of 5 light flux as thickness of 0.1 - 1 mm diameter in focusing domain focusing by interference of laser

レーザービームの干渉によるダイヤモンド構造のフォトニック結晶の製造方法。

【請求項 4】

レーザービームを回折光学素子で複数方向のレーザービームに分割し、分割されたレーザービームを第 2 レンズで平行光線とする請求項 1 に記載するレーザービームの干渉によるダイヤモンド構造のフォトニック結晶の製造方法。

【請求項 5】

レーザービームを回折光学素子で複数方向のレーザービームに分割し、分割されたレーザービームを第 2 レンズで平行光線とし、平行光線をレーザービームを透過させる遮弊板で、平行光線である 5 光束とする請求項 1 に記載するレーザービームの干渉によるダイヤモンド構造のフォトニック結晶の製造方法。

【請求項 6】

光レジスト材料に光硬化樹脂を使用する請求項 1 に記載するレーザービームの干渉によるダイヤモンド構造のフォトニック結晶の製造方法。

Specification

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

光の波長程度の周期を持つ微小構造物は「フォトニック結晶」と呼ばれて、光の伝搬などの性質を制御できるものとして、近年非常に注目されている。

とくに、ダイヤモンド構造のフォトニック結晶は、全方向に入射する特定波長の光を反射して透過させない独特の性質を有し、鏡のように 1 方向の光のみ反射するものでは実現できない独特の物性を示す。

このような物性のダイヤモンド構造のフォトニック結晶は、簡単には製作できず、簡単な製造方法が切望されている。

【0003】

beam which is stated in Claim 1 which is done manufacturing method. of photo nick crystal of diamond structure

[Claim 4]

laser beam which divides laser beam into laser beam of plural direction with diffraction optical element, is divided by interference of laser beam which is stated in Claim 1 which is made parallel light beam with second lens manufacturing method. of photo nick crystal of diamond structure

[Claim 5]

laser beam is divided into laser beam of plural direction with diffraction optical element, laser beam which is divided is designated as parallel light beam with second lens, parallel light beam with 遮 弊 sheet which laser beam is transmitted, by interference of laser beam which is stated in Claim 1 which is made 5 light flux which are a parallel light beam manufacturing method. of photo nick crystal of the diamond structure

[Claim 6]

By interference of laser beam which is stated in Claim 1 which uses photocuring resin for photoresist material manufacturing method. of photo nick crystal of diamond structure

[Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention]

this invention regards method which produces photo nick crystal of the diamond structure.

[0002]

[Prior Art]

Any microstructure things which have cycle of light wavelength extent "photo nick crystal " with being called, recently are observed very as can control propagation or other property of light.

Especially, photo nick crystal of diamond structure, reflecting light of specific wavelength which incidence is done in all directions, has the unique property which it does not transmit, like mirror only light of 1 direction with those which are reflected shows unique property which cannot be actualized.

Not be able to produce photo nick crystal of diamond structure of this kind of property, simply, simple manufacturing method is desired.

[0003]

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、この欠点を解決することを目的に開発されたものである。

本発明の重要な目的は、極めて簡単にダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作できる方法を提供することにある。

【0004】

## 【課題を解決するための手段】

本発明のレーザービームの干渉によるダイヤモンド構造のフォトニック結晶の製造方法は、所定の太さに集束されたレーザービームを、中心光束と、この中心光束と平行であって、中心光束から等しい間隔離れ、かつ隣接する各々のビーム間隔も等しい 4 光束の平行ビームからなる 5 光束に分割し、分割された 5 光束をレンズで集束して、5 光束を集束してなる集束領域に光に反応する光レジスト材料を配設して、この光レジスト材料でもってダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作する。

【0005】

中心光束と 4 光束の交差角は、好ましくは 20~80 度とする。

5 光束のレーザービームは、たとえば 0.1~1mm の太さとして、集束領域に集束する。

レーザービームは、回折光学素子で複数方向のレーザービームに分割し、分割されたレーザービームを第2レンズで平行光線とすることができる。

さらに、平行光線をレーザービームを透過させる遮弊板で、平行光線である 5 光束とすることができる。

光レジスト材料には、光硬化樹脂を使用することができる。

【0006】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

ただし、以下に示す実施例は、本発明の技術思想を具体化するためのレーザービームの干渉によるダイヤモンド構造のフォトニック結晶の製造方法を例示するものであって、本発明はフォトニック結晶の製造方法を下記に特定しない。

## [Problems to be Solved by the Invention]

this invention solves this deficiency is something which was developed in objective.

Important objective of this invention is to offer method which quite can produce photo nick crystal of diamond structure simply.

[0004]

## [Means to Solve the Problems]

manufacturing method of photo nick crystal of diamond structure, laser beam which the focusing is done, it is parallel with center light flux and this center light flux in the predetermined thickness, spacing leaving which is equal from center light flux, divides into 5 light flux which also each beam spacing which at same time is adjacent consist of parallel beam of equal 4 light flux by interference of laser beam of the this invention, focusing doing 5 light flux which are divided with lens, focusing doing 5 light flux, arranging photoresist material which reacts to light in focusing domain which becomes, having with this photoresist material, it produces photo nick crystal of diamond structure.

[0005]

cross angle of center light flux and 4 light flux makes preferably 20~80 degrees.

focusing it does laser beam of 5 light flux, in focusing domain as thickness of for example 0.1~1 mm diameter.

It divides laser beam, into laser beam of plural direction with the diffraction optical element, it can designate laser beam which is divided as parallel light beam with second lens.

Furthermore, parallel light beam with 遮 弊 sheet which transmits laser beam, can be designated as 5 light flux which are a parallel light beam.

photocuring resin can be used to photoresist material.

[0006]

## [Embodiment of the Invention]

Below, Working Example of this invention based on the drawing is explained.

However, Working Example which is shown below, being something which illustrates manufacturing method of photo nick crystal of diamond structure by interference of laser beam in order implementation to do technical concept of the this invention, manufacturing method of photo nick crystal specific does not do the this invention on description below.

【0007】

図1と図2は、1つのレーザービームを分離した後集束してダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作する装置を示す。

この装置は、5光束のレーザービーム1を集束し、集束領域2に光レジスト材料3を配設し、レーザービーム1の干渉作用で光レジスト材料3を局部的に硬化させてダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作する。

光レジスト材料3は光を照射した部分を硬化させる光硬化樹脂である、ネガ型フォトレジスト材料である。

この光硬化樹脂は、光に照射されて硬化する。

したがって、レーザービームが強く照射される部分は弱く照射される部分よりも速やかに硬化する。

光レジスト材料3にはネガ型フォトレジスト材料のみでなく、光に反応して硬化し、あるいは光が照射された部分が硬化しないで光が照射されない部分が硬化するポジ型フォトレジスト材料も使用できる。

光が照射された部分が硬化されず、光が照射されない部分が硬化するポジ型フォトレジスト材料を使用すると、ダイヤモンド構造の格子点が空隙となるフォトニック結晶ができる。

【0008】

集束領域2に光レジスト材料3を配設して、5光束のレーザービーム1を集束領域2で集束させると、5光束のレーザービーム1が干渉作用を起こす。

各々のレーザービームは、所定の太さに集束された光束、たとえば、直径を0.1~1mmφ、好ましくは0.5mmφとする領域に集束された光束である。

すなわち、5光束のレーザービーム1は、それぞれが太さのない線ではなく、直径を前述の範囲とする円柱状の光束である。

【0009】

円柱状に集束された5光束のレーザービーム1が集束領域2で集束されると、各々のレーザービームは互いに干渉して、干渉縞ができる。

複数のレーザービームが、互いに同位相となる部分ではレーザービームは互いに増強される。

【0007】

Figure 1 and Figure 2 after separating laser beam of one, the focusing doing, show equipment which produces photo nick crystal of the diamond structure.

laser beam 1 of 5 light flux focusing it does this equipment, arranges photoresist material 3 in focusing domain 2, hardens photoresist material 3 locally in interference action of laser beam 1 and produces photo nick crystal of diamond structure.

photoresist material 3 is photocuring resin which hardens portion which irradiated light, it is a negative type photoresist material.

Being irradiated by light, it hardens this photocuring resin.

Therefore, as for portion where laser beam is strongly irradiated it hardens rapidly in comparison with portion which is irradiated weakly.

In photoresist material 3 not to be only a negative type photoresist material, reacting to light, it can harden, or portion where light was irradiated without hardening, also positive type photoresist material which portion where light is not irradiated hardens it can use.

portion where light was irradiated is not hardened, when positive type photoresist material which portion where light is not irradiated hardens is used, the photo nick crystal where lattice point of diamond structure becomes empty gap is possible.

【0008】

Arranging photoresist material 3 in focusing domain 2, when focusing it does the laser beam 1 of 5 light flux with focusing domain 2, laser beam 1 of 5 light flux causes interference action.

Each laser beam in predetermined thickness is light flux which focusing is done in the domain which designates light flux, for example diameter which focusing is done as 0.1 - 1 mm diameter, preferably 0.5 mm diameter.

laser beam 1 of namely, 5 light flux is not line where each one does not have thickness, is cylindrical light flux which designates diameter as aforementioned range.

【0009】

laser beam 1 of 5 light flux which focusing are done being focusing domain 2 in the cylinder, when focusing it is done, interfering mutually, interference fringe can do each laser beam.

laser beam of plural is reinforced, with portion which becomes the equal phase mutually as for laser beam mutually.



反対に、複数のレーザービームが逆位相となる部分ではレーザービームが弱くなる。

5 光束のレーザービーム 1 を、図 1 と図 2 に示すように、特定の状態で集束領域 2 で集束させると、レーザービームの干渉縞は、ダイヤモンド構造の格子点で最も強くなる。

[0010]

図 1 と図 2 に示すように、5 光束のレーザービーム 1 を集束領域 2 で集束するとき、集束領域 2 の 1-5 の面内において、レーザービームが干渉作用で最も強くなる点を図 3 の●で示している。

1-5 は中心光束に直交する平面で、1 と 5 の間隔(d)は、レーザー光の波長  $\lambda$  として、4 光束と中心光束との交差する角度を  $\theta$  とするとき、 $d = \lambda / (1 - \cos \theta)$  である。

2 と 3 と 4 は、1 から 5 の間に等間隔に配設している面である。

図 3 において、1 の面内においては、その 4 隅と中心点において、レーザービームが最も強くなる格子点となる。

2、3、4 の面内においては、1 の全ての格子点が 1/4 ずつずれて、5 で同じ格子点となる。

1-5 のように格子点がずれるのは、図 4 に示すダイヤモンド構造の格子点となる。

したがって、集束領域 2 において 5 光束のレーザービーム 1 が干渉して強くなる点は、ダイヤモンド構造の格子点と同じになる。

図 3 は、わかりやすいように 1 ユニットのダイヤモンド構造の格子点を示しているが、現実には集束領域 2 において、このダイヤモンド構造の格子点が立体的に連続する状態で発生する。

したがって、集束領域 2 に光レジスト材料 3 を配設すると、光レジスト材料 3 は、ダイヤモンド構造を立体的に連続してなるフォトニック結晶となる。

[0011]

図 3 における、ダイヤモンド構造の格子点の間隔(D)は、以下の式で表される。

$$D = 2^{0.5} \lambda / \sin \theta$$

完全なダイヤモンド構造は、 $D = d$  であるから、 $2^{0.5} \lambda / \sin \theta = \lambda / (1 - \cos \theta)$  を満足するときに完全なダイヤモンド構造のフォトニック結晶となる。

この式を満足する傾斜角  $\theta$  の値は 70.5 度であ

Becomes in opposite direction, with portion where laser beam of plural becomes reverse phase laser beam weak.

As shown laser beam 1 of 5 light flux, in Figure 1 and Figure 2, when with specific state focusing it does with focusing domain 2, interference fringe of the laser beam becomes strongest with lattice point of diamond structure.

[0010]

Way it shows in Figure 1 and Figure 2, when focusing doing the laser beam 1 of 5 light flux with focusing domain 2, laser beam being interference action in-plane 1 - 5 of focusing domain 2 in, point which becomes strongest has been shown Figure 3 \* with.

As for 1 - 5 with plane which crosses in center light flux, spacing (d) of 1 and 5 when 4 light flux and angle which center light flux crosses designating as the;  $\theta$  as wave length;  $\lambda$  of laser light, is the  $d = \lambda / (1 - \cos; \theta)$ .

2 and 3 and 4 is surface which between 1 to 5 has been arranged in equal spacing.

In Figure 3, it becomes lattice point where laser beam becomes strongest in four corners and center point regarding in-plane of 1.

Regarding in-plane of 2, 3 and 4, all lattice point of 1 slipping 1/4 at a time, it becomes same lattice point with 5.

Way 1 - 5 those where lattice point slips become lattice point of diamond structure which is shown in Figure 4.

Therefore, in focusing domain 2, laser beam 1 of 5 light flux interfering, point which becomes strong becomes same as lattice point of diamond structure.

Figure 3, in order to be easy to understand, has shown lattice point of diamond structure of 1 unit, but in actuality it occurs with state which lattice point of this diamond structure continues in steric in focusing domain 2.

Therefore, when photoresist material 3 is arranged in focusing domain 2, photoresist material 3, continuing diamond structure in steric, becomes photo nick crystal which becomes.

[0011]

In Figure 3, spacing (D) of lattice point of diamond structure is displayed with formula below.

$$D = 2^{0.5} \lambda / \sin; \theta$$

Because complete diamond structure is  $D = d$ , when  $2^{0.5} \lambda / \sin \theta = \lambda / (1 - \cos; \theta)$  satisfying the;  $\lambda / \sin; \theta = \lambda / (1 - \cos; \theta)$ , it becomes photo nick crystal of complete diamond structure.

Value of tilt angle;  $\theta$  which satisfies this formula is 70.5

る。

したがって、4 光束と中心光束との傾斜角  $\theta$  を 70.5 度にとすると、集束領域 2 では理想的なダイヤモンド構造のフォトニック結晶が製作される。

ただ、この傾斜角は 70.5 度よりも小さくして、中心光束の軸方向に長く伸びたダイヤモンド構造のフォトニック結晶とすることができ、また 70.5 度よりも大きくして、中心光束の方向に圧縮されたダイヤモンド構造のフォトニック結晶とすることができる。

したがって、4 光束と中心光束の傾斜角を 20~80 度として、中心光束の軸方向に長くあるいは短いダイヤモンド構造のフォトニック結晶が得られる。

【0012】

以上のようにして、5 光束のレーザービーム 1 を集束領域 2 で集束させる装置を図 5 に示す。

この装置は、1 本のレーザービームを分離する回折光学素子 4 と、この回折光学素子 4 で分離された各々のレーザービームを平行光線とする第 2 レンズ 5 と、第 2 レンズ 5 を通過したレーザービームであって、必要なもののみを通過させる貫通孔を開口している遮弊板 6 と、遮弊板 6 を通過したレーザービームを集束領域 2 に集束するレンズ 7 とを備える。

【0013】

回折光学素子 4 は、回折ビームスプリッターとして市販されているもので、たとえばアメリカの MEMS Optical, Inc 製の G1029A を使用する。

この回折光学素子は、ひとつのレーザービームを 8 つのレーザービームに分離する。

【0014】

第 2 レンズ 5 は凸レンズ 7 で、回折光学素子 4 で分離されたレーザービームを平行光線とする。

第 2 レンズ 5 は、焦点に回折光学素子 4 を配設して、回折光学素子 4 から入射されるレーザービームを平行光線とする。

【0015】

遮弊板 6 はレンズを透過させない金属板等で、図 5 の正面図に示すように、中心光束のレーザービーム 9 と 4 光束のレーザービーム 10 を通過させる貫通孔 8 を開口している。

貫通孔 8 は、4 光束が中心光束から同じ距離に

degrees.

Therefore, when tilt angle  $\theta$  of 4 light flux and center light flux is designated as 70.5 degrees, with focusing domain 2 photo nick crystal of ideal diamond structure is produced.

Simply, this tilt angle making small in comparison with 70.5 degrees, it makes photo nick crystal of diamond structure which extends to axial direction of center light flux long, it is possible, enlarging in addition in comparison with 70.5 degrees, it can make photo nick crystal of the diamond structure which was compressed to direction of center light flux.

Therefore, with 4 light flux and tilt angle of center light flux as 20 - 80 degrees, to be long or photo nick crystal of short diamond structure is acquired in axial direction of center light flux.

【0012】

Like above, laser beam 1 of 5 light flux with focusing domain 2 equipment which the focusing is done is shown in Figure 5.

This equipment with laser beam which passes second lens 5 and second lens 5 which designate each laser beam which is separated with diffraction optical element 4 and this diffraction optical element 4 which separate laser beam of 1 as parallel light beam, shield sheet 6 which opens through hole which passes only necessary ones and laser beam which passes shield sheet 6 has lens 7 which focusing is done for the focusing domain 2.

【0013】

diffraction optical element 4 being something which is marketed as diffraction beam splitter, uses the G1029A of MEMS optical, Inc make of for example America.

This diffraction optical element separates one laser beam into 8 horn laser beam.

【0014】

second lens 5 with convex lens 7, designates laser beam which is separated with diffraction optical element 4 as parallel light beam.

second lens 5, arranging diffraction optical element 4 in focus, designates laser beam which incidence is done as parallel light beam from diffraction optical element 4.

【0015】

shield sheet 6 as, shown in front view of Figure 5 with such as the metal sheet which does not transmit lens, has opened laser beam 9 of the center light flux and through hole 8 which passes laser beam 10 of 4 light flux.

through hole 8 4 light flux from center light flux is same

あり、かつ 4 光束間の間隔も等間隔となる位置で、回折光学素子 4 で分離されたレーザービームを通過させる位置に開口されている。

遮弊板の中心光束と 4 光束のレーザービームを通過させる貫通孔の間隔は、たとえば 4mm とする。

ただし、中心光束と 4 光束のレーザービームを通過される貫通孔の距離は 1~20mm とすることもできる。

[0016]

レンズ 7 は、中心光束のレーザービーム 9 と垂直な面内に配設されて、中心光束と 4 光束のレーザービームからなる 5 光束のレーザービーム 1 を集束領域 2 で集束する。

集束領域 2 はレンズ 7 の焦点距離となるので、レンズ 7 の焦点距離に光レジスト材料 3 を配設する。

レンズ 7 を通過して集束領域に集束されるレーザービームの太さは、たとえば 0.1~1mm φ、好ましくは 0.5mm φ とする。

[0017]

以上の装置は、以下の方法でダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作する。

回折光学素子 4 は、所定の太さに集束されたレーザービームを複数のレーザービームに分離する。

分離されたレーザービームは、第 2 レンズ 5 で平行光線に変更された後、平行光線のレーザービームが遮弊板 6 を透過して、中心光束と 4 光束のレーザービームが選択される。

互いに平行光線である中心光束と 4 光束のレーザービームは、レンズ 7 で集束領域 2 に集束される。

集束領域 2 で集束されたレーザービームは、所定のピッチで干渉縞を生じ、この干渉縞で光レジスト材料 3 がダイヤモンド構造の格子点として硬化される。

[0018]

図の装置は、第 2 レンズ 5 と遮弊板 6 とレンズ 7 を、中心光束と直交する面内に配設して、1 本のレーザービームを中心光束と 4 光束に分離し、中心光束と 4 光束からなるレーザービームを集束領域 2 に集束して、ここに配設して光レジスト材料 3 をダイヤモンド構造の格子点で硬化させ

distance, with position where at same time also spacing between 4 light flux becomes the equal spacing, is opened in position which passes laser beam which is separated with diffraction optical element 4.

center light flux of 遮弊 sheet and spacing of through hole which passes laser beam of 4 light flux make for example 4 mm.

However, distance of through hole which laser beam of center light flux and 4 light flux is passed can also make 1 - 20 mm.

[0016]

Being arranged in laser beam 9 of center light flux and inside perpendicular plane, the laser beam 1 of 5 light flux which consist of laser beam of center light flux and 4 light flux focusing it does lens 7, with focusing domain 2.

Because focusing domain 2 becomes focal distance of lens 7, photoresist material 3 is arranged in focal distance of lens 7.

Passing lens 7, thickness of laser beam which focusing is done makes for example 0.1~1 mm diameter, preferably 0.5 mm diameter in focusing domain.

[0017]

equipment above produces photo nick crystal of diamond structure with the method below.

diffraction optical element 4 separates laser beam which focusing is done into laser beam of plural in predetermined thickness.

As for laser beam which is separated, after being modified to parallel light beam with second lens 5, laser beam of parallel light beam transmitting 遮弊 sheet 6, laser beam of center light flux and 4 light flux is selected.

laser beam of center light flux and 4 light flux which are a parallel light beam mutually with the lens 7 focusing is done in focusing domain 2.

With focusing domain 2 laser beam which focusing is done causes interference fringe with predetermined pitch, photoresist material 3 is hardened with this interference fringe as lattice point of diamond structure.

[0018]

center light flux arranging second lens 5 and 遮弊 sheet 6 and lens 7, in in-plane which crosses, laser beam of 1 it separates equipment in the figure, into center light flux and 4 light flux, focusing doing laser beam which consists of center light flux and 4 light flux in focusing domain 2, arranging here, hardening photoresist material 3 with lattice point of

てフォトニック結晶を製作する。

【0019】

【発明の効果】

本発明は、極めて簡単にダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作できる。

それは、1つのレーザービームを、中心光束と等間隔にある4光束からなる5光束のレーザービームとし、これをレンズで集束して集束領域に光レジスト材料を設けてダイヤモンド構造のフォトニック結晶が得られるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例にかかる方法でダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作する装置の概略側面図

【図2】

本発明の実施例にかかる方法でダイヤモンド構造のフォトニック結晶を製作する装置の概略斜視図

【図3】

図1の装置の集束領域における干渉縞を示す平面図

【図4】

ダイヤモンド構造の格子点を示す斜視図

【図5】

本発明の方法に使用する装置の側面図と遮弊板の正面図

【符号の説明】

1

5光束のレーザービーム

10

4光束のレーザービーム

2

集束領域

3

光レジスト材料

4

回折光学素子

5

diamond structure, it produces photo nick crystal.

[0019]

[Effects of the Invention]

this invention quite can produce photo nick crystal of diamond structure simply.

That to designate laser beam of one, as laser beam of 5 light flux which consist of 4 light flux which are center light flux and equal spacing, focusing doing this with lens, providing photoresist material in focusing domain, because photo nick crystal of diamond structure is acquired.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1]

outline side view of equipment which produces photo nick crystal of the diamond structure with method which depends on Working Example of this invention

[Figure 2]

outline oblique view of equipment which produces photo nick crystal of the diamond structure with method which depends on Working Example of this invention

[Figure 3]

top view which shows interference fringe in focusing domain of equipment of the Figure 1

[Figure 4]

oblique view which shows lattice point of diamond structure

[Figure 5]

side view of equipment which is used for method of this invention and front view of 遮弊 sheet

[Explanation of Symbols in Drawings]

1

laser beam of 5 light flux

10

laser beam of 4 light flux

2

focusing domain

3

photoresist material

4

diffraction optical element

5

JP2003084158A

2003-3-19

第2レンズ

second lens

6

6

遮弊板

遮弊 sheet

7

7

レンズ

lens

8

8

貫通孔

through hole

9

9

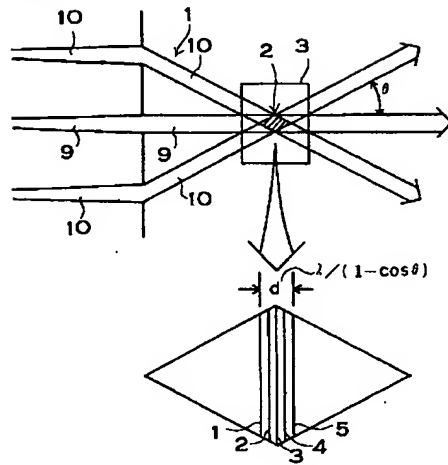
中心光束のレーザービーム

laser beam of center light flux

Drawings

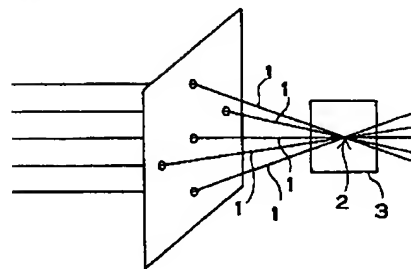
【図1】

[Figure 1]



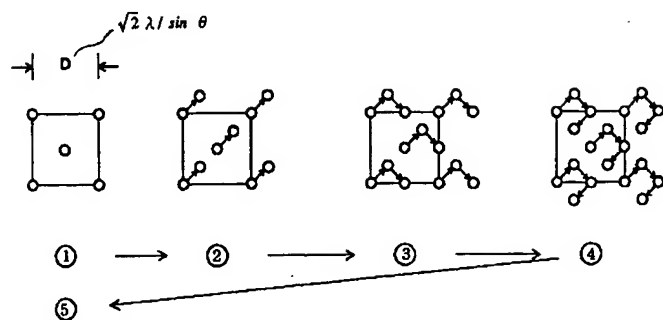
【図2】

[Figure 2]



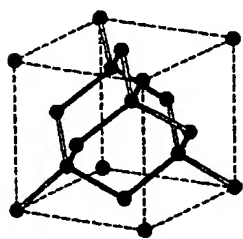
【図3】

[Figure 3]



【図4】

[Figure 4]



【図5】

[Figure 5]

